Aus dem Physiko-chemischen Laboratorium der Chirurgischen Klinik
der Universität Würzburg — Vorstand: Prof. Dr. Kappis.

Experimentelle Untersuchungen über die Löslichkeit des Zahnsteins bei verschiedener Wasserstoffionenkonzentration.

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

vorgelegt von

Tertullian Schindler

Zahnarzt aus Landsberg a/Lech

1938

Buchdruckerei Richard Mayr, Würzburg

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg.

Referent:
Prof. Dr. med. C. Häbler.

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549822_0163

Theoretischer Teil.

Die Tatsache, daß sich bei über 80% der Menschheit Zahnsteinablagerungen an den Zahnreihen feststellen lassen, die verheerende Wirkungen verursachen können, erklärt die reichhaltige Literatur der Zahnsteinforschung. Die Ansichten der einzelnen Autoren gehen bezüglich Wesen, Ätiologie und Bekämpfung des Zahnsteins weit auseinander.

Im allgemeinen versteht man unter Zahnstein jene Ablagerungen an Zähnen von mehr oder weniger harter Konsistenz, deren Färbung von gelblichweiß bis braunschwarz variiert und aus wasserunlöslichen Kalksalzen, abgeschilferten Epithelien, Bakterien und Speichelbestandteilen zusammengesetzt sind. Als Hauptablagerungsstellen kommen jene Zähne in Frage, die in unmittelbarer Nachbarschaft der Mündungen der Speichelausführungsgänge sich befinden, beziehungsweise beim Kauakt weniger beansprucht werden. Der Ausführungsgang der Gl. submaxillaris, der Ductus Whartonianus, bedingt durch Speichelansammlung und Stagnation eine besonders auffallende Zahnsteinablagerung an den Lingualflächen der unteren Schneidezähne. Dieselbe Beobachtung kann man auch an den Buccalflächen des ersten beziehungsweise zweiten oberen Molaren machen, in deren Nähe der Ausführungsgang der Parotis, der Ductus Stenonianus mündet.

Kranz teilt die verschiedenen Arten von Zahnstein in fünf Gruppen ein, die er genau analysiert, deren Anführung jedoch zu weit führen dürfte.

Für gewöhnlich unterscheidet man zwei Arten von Zahnstein:

1. Der supragingivale Zahnstein,
   weich, brüchig, von gelblichweißer Farbe, in größeren Mengen vorkommend.
2. Der subgingivale Zahnstein,
   hart, grünlichgelb, braun bis schwarz, meist in geringer Menge ringförmig an der Schmelz-Zement-Grenze dem Zahn anhaftend

Was die Zusammensetzung des Zahnsteins betrifft, so kommen wohl die meisten Forscher zu den gleichen Ergebnissen. Sachs gibt die Mittelwerte der Analysen von Vergne, Hoppe-Seyler und Freemann wie folgt an:

100 Teile Zahnstein enthalten:

Phosphorsauren Kalk	$Ca\ (PO_4)_2$	60 Teile
Kohlensauren Kalk	$Ca\ CO_3$	8 „
Phosphorsaures Eisen	$Fe\ Po_4$	7 „
Siliziumoxyd	SiO_2	Spuren
Organische Substanzen & Alkalisalze		25 Teile

Auf die Frage, woher nun der Zahnstein kommt, muß gesagt werden, daß in dieser Hinsicht die Zahnsteinforscher verschiedene Ansichten vertraten. Alle sind sich jedoch darin einig, daß der Zahnbelag, der sich aus Speichel- und Epithelresten, aus Schleim und Eiweißstoffen des Speichels zusammensetzt, das Fundament der Zahnsteinbildung ausmacht. Somit kann dieser primäre Belag, der oft mit großer Zähigkeit den Zähnen anhaftet, als organisches Gerüst der Konkrementbildung betrachtet werden, auf das sich Kalksalze aus dem Speichel niederschlagen. Dieser Theorie pflichtet Preiswerk bereits seit 1903 bei.

Burchard glaubte 1895 auf Grund seiner Versuche der Auffassung zu sein, daß durch Vereinigung der im Mund gebildeten Milchsäure mit den Mucinen des Speichels ein Koagulum entstehe, in dem Kalksalze zur Ablagerung kämen. Dieser Theorie ist jedoch entgegenzuhalten, daß die Anwesenheit von Milchsäure erfahrungsgemäß die Löslichkeit der Kalksalze fördert.

Miller, Mitscherlich und Jakubovitsch vertreten die Kohlensäuretheorie. Sie sind der Ansicht, daß beim Entweichen der Kohlensäure aus dem Speichel die löslichen Kalziumkarbonate zu unlöslichen umgewandelt werden, die sich dann niederschlagen würden.

Diese Theorie sollte von Heinemann widerlegt werden; er berichtet von einem angeborenen Schneidezahn, der stark mit weißlichgelbem Zahnstein behaftet war. Demzufolge mußte sich der Zahnstein bereits vor der Geburt entwickelt haben. Heinemann beweist dadurch,daß die Zahnsteinablagerung unabhängig von der

Kohlendioxydabgabe des Speichels sein kann. Nach seiner Anschauung muß der Zahnsteinablagerung stets eine Entzündung vorausgehen, die zu Epitheldesquamationen führt, denen sich dann die Inkrustierung anschließt.

Auch andere Autoren wie Sachs und Kranz erkennen im Zahnstein ein Produkt des Speichels. Sie sehen in ihm eine metastabile, mit Kalksalzen übersättigte Lösung. Nach Sachs flocken die Kalksalze des Speichels in der Mundhöhle aus und bilden in Verein mit Eiweißstoffen, Epithelien und Speiseresten das Konkrement. Er glaubt, daß durch äußere Einflüsse wie Atmen, Sprechen, Bewegungen der Zunge und Wange eine Verdunstung der Mundflüssigkeit eintritt, die eine Konzentration des Speichels bewirkt, wodurch Ausfällungen stattfinden.

Naeslund stützt sich 1930 auf die alte Mykosentheorie und sagt, daß sowohl der supra- als auch der subgingivale Zahnstein durch die Tätigkeit der Mikroorganismen, insbesondere Aktinomyces und Leptothrix, hervorgerufen würden, „die durch ihr Wachstum gewisse zu einer Präcipitation von Kalksalzen führende biochemische Prozesse veranlassen".

Anschließend soll noch die kolloidale Theorie Erwähnung finden. Man glaubt, daß durch die Kohlensäure der Luft und durch Bakterien der Speichel, der aus den Speicheldrüsen gelangt, Veränderungen erfährt. Es kommt zu Vergröberungen der Teilchengrößen, zu Koagulationen. Die alkalischen Eiweißkörper werden allmählich sauer. Die Eiweißstoffe fallen koaguliert aus der Lösung aus, wobei sie die Kalksalze mit sich reißen. So bildet sich z. B. an rauhen Zahnoberflächen ein kolloidaler, kalkhaltiger Belag. Diese Theorie, die zuerst von Rosenthal genannt wurde, wird vertreten durch Prinz, Sommer und Witkop.

Die meisten Autoren sind sich heute darin einig, daß es sich bei der Zahnsteinbildung meistens um einen kolloid-chemischen Vorgang handelt, „indem sich zuerst organische Substanzen am Zahn ablagern, die dann später durch die dem Speichel entstammenden Kalksalze inkrustiert werden".

Aus der Tatsache, daß der Zahnstein nach Schädigung der physiologischen Zahnfleischtasche und des Paradentiums in die Tiefe

dringt und zur Lockerung beziehungsweise endlichen Ausfall der Zähne führt, ergibt sich die unbedingte Notwendigkeit der Entfernung des Zahnsteins. Ausschlaggebend für seine Bildung ist neben dem Einfluß des Lebensalters, fieberhaften Krankheiten Stellungsanomalien und unzweckmäßiger Nahrung zweifellos der Einfluß der Mundpflege.

Die Hauptaufgabe der Zahnpflege besteht nun darin, Mittel ausfindig zu machen, die die Löslichkeit des Zahnsteins beeinflussen, ohne den Zahnschmelz zu schädigen. Walkhoff und Herrenknecht stehen auf dem Standpunkt, daß die mechanische Reinigung durch Schlemmkreide in reinster Form, die die Mundflüssigkeit unverändert läßt, als die beste Prophylaxe gegen Zahnstein anzusehen sei. Andere Autoren neigen der Zahnsteinentfernung auf Grund chemischer Einflüsse zu. Schon sehr früh glaubte man in der Kohlensäure ein gutes Lösungsmittel für Kalk gefunden zu haben und verordnete ein zur Mundspülung kohlensäurehaltiges Sodawasser. A. W. Harlan empfiehlt die Anwendung einer Trichloressigsäure, während Younger Milchsäurelösung verwendet. Wieder andere vertraten die Behandlung mit aromatischer Schwefelsäure. Grundsätzlich gibt es zwei Wege:

Einmal die Auflösung der anorganischen Bestandteile mittels Behandlung mit verdünnten Säuren. Der Nachteil dieser Methode liegt darin, daß die Einwirkung der Säuren am Schmelz Aufrauhungen hervorrufen, die zur Karies bezw. Neuanlagerung von Zahnstein prädestiniert sind. Preiswerk empfiehlt 30%ige Salzsäure, die er mit doppelkohlensaurem Natron neutralisiert. Er behauptet, daß auf Grund seiner Versuchsergebnisse eine Ablösung des Schmelzoberhäutchens erst nach einer Einwirkungsdauer von 6—8 Minuten bewirkt wird.

Der andere Weg zielt darauf ab, durch Dehydration des organischen Materials eine Lockerung oder Auflösung des frischen Zahnsteingefüges herbeizuführen. Dies ist nur möglich, wenn der Zahnstein noch in frischem Zustande ist.

Besonders in letzter Zeit hat die Industrie für kosmetische Mittel neben den Pasten, die eine rein mechanische Sauberhaltung der Zähne beabsichtigen sollen, auch solche herzustellen versucht, die die

Bildung des Zahnsteins zu verhüten oder ihn gar zu lösen befähigt sind.

Die Beobachtungen Hermann's in Karlsbad bei seinen Kurpatienten waren für die Erforschung zahnsteinlösender Mittel von großer Bedeutung. Er stellte fest, daß sich nach längerem Gebrauch von Karlsbader Sprudelsalz (Natriumsulfat + Natriumkarbonat + Kalziumkarbonat), der Zahnstein seiner Patienten lockerte und löste. Dieses Salz bildet heute einen wesentlichen Bestandteil der Solvolith-Zahnpasta.

Eine ähnliche Wirkung wird auch dem Emser Salz zugesprochen, das aus Kochsalz, Bikarbonaten und Spuren von Calzium und Sulfaten besteht, und als wirksamer Bestandteil in der Emsolith-Zahnpaste enthalten ist. Die lösende Fähigkeit dieses Salzes sei noch größer.

Mit der Solidox-Sulforizin-Oleat Pasta hat Uffelmann bereits nach 10tägiger Behandlung ein Brüchigwerden des Zahnsteingerüstes beobachten können. Durch die außerordentlich hohe Emulsionskraft des Sulforizin-Oleat werden organische Verunreinigungen, Epithelreste und Schleimstoffe emulgiert, zum Teil auch kolloidal gelöst. Die Einwirkung der Pasta beschränkte sich nur auf die organische Gerüstsubstanz des Zahnsteins, nicht auf die Kalksubstanz, was auch eine Schädigung des Kalkes im Zahnschmelz bedeuten würde.

Was nun die Wasserstoffionenkonzentration der Zahnpasten überhaupt betrifft, so stellt Englert auf Grund seiner Versuche fest, daß sie sämtliche im Alkalischen liegen, ansteigend von Jod-Kaliklora (pH = 7,80) bis Solvolith (pH = 10,40), was er zurückführt auf den Zusatz von Bikarbonat bezw. Seife.

Experimenteller Teil.

Bei meinen Untersuchungen über die Löslichkeit des Zahnsteines verwandte ich Acetat = bezw. Phosphatpuffer. Unter Puffern oder Regulatoren versteht man Gemische von schwachen Säuren mit ihren Alkalisalzen (z. B. Essigsäure und Na.-Acetat) oder auch Gemische von primären und sekundären sauren Salzen (z. B. $NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$). Die pH-Werte der Puffergemische habe ich zum Teil durch elektrometrische Messung mit der Gaskette ermittelt, wobei ich mich der Chinhydronelektrode bediente, zum Teil durch Verwendung von Farbenindikatoren festgestellt.

Das Versuchsmaterial wurde gleich nach Entnahme vom Patienten, der größere Zahnsteinmengen aufzuweisen hatte, in einem Reagenzglas gesammelt und mit destilliertem Wasser gespült, um es insbesondere von Blut und weichen Belägen zu säubern. Es war von Bedeutung, den Zahnstein unter Berücksichtigung gleicher Oberflächen in ungefähr gleiche Teile aufzuteilen, um annähernde Vergleichswerte zu bekommen. Hierauf beschickte ich Reagenzgläser von jeweils ca. 2 ccm Pufferinhalt verschiedenen pH-Wertes mit einzelnen Partikelchen des Zahnsteins. Nach bestimmten Zeitabständen wurden die Lösungen abgegossen und der gelöste Zahnstein mittels Ammoniumoxalat zur Ausfällung gebracht, um den Trübungsgrad festzustellen. Nach einem bezw. drei Tagen wurde dieser nach seiner Richtigkeit nochmals überprüft. Nachdem ich die Zahnsteinrückstände in destilliertem Wasser aufgeschwemmt und gesäubert hatte, setzte ich diese erneut den entsprechenden Puffern wieder zu.

Die zu den Versuchen benutzten Reagenzgläser wurden gründlich mit Seife gereinigt, in destilliertes Wasser gelegt und damit kräftig nachgespült.

Um die Schwankungsbreite der Wasserstoffionenkonzentrationen der Pufferlösungen in Bezug auf die Löslichkeit des Zahnsteins festzustellen, führte ich verschiedene Versuchsproben durch, auf Grund deren Ergebnisse ich die verwandten Pufferlösungen herstellte.

Die Zahnsteinuntersuchungen wurden bei 14 Patienten mit Acetatpuffern, bei 3 mit Phosphatpuffern vorgenommen und zwar bei verschiedener Puffereinwirkungsdauer.

A. Versuchsergebnisse mit Acetatpuffern:

M. G. aus H.

56 Jahre alt, Paradentose und Lückengebiß.

Lingual der unteren Frontzähne gelber bis bräunlicher Zahnstein von mittelharter Konsistenz, auch labial den Zahnhälsen anhaftend.

Einwirkungszeit in Stunden:

	8	15	24	10	60	6	3	16
p_H = 5,5	++++	+	++++	+++	++++	++	+(+)	+++
5,8	+++	+	+++	++	++	+(+)	Op	++
6,1	+++	+(+)	++	++	+	Op	(Op)	+
6,4	(Op)	Op	Op	Op	—	(Op)	(Op)	+
6,6	(Op)	—	—	—	—	—	—	—

Die Versuche wurden in obenangegebener Zeitreihenfolge durchgeführt. Den Trübungsgrad habe ich mit Kreuzen bezeichnet, wobei ++++ als die stärkste Fällung anzusehen ist. Op = Opaleszenz.

M. A. aus Ue.

41 Jahre, Paradentose an den unteren Schneidezähnen, trägt obere Prothese. Starker Zahnsteinbelag lingual und labial der unteren Frontzähne. Konsistenz mittelhart. Die mittleren, unteren Schneidezähne sind gelockert.

Einwirkungszeit in Stunden:

	6	16	29	48	4	15	6	16
p_H = 5,5	++	++	+++	++++	+	++(+)	Op	+(+)
5,8	+	+	++	+++	++	++	+	++
6,1	Op	(+)	++	+++	+	—	(+)	+
6,4	Op	Op	—	+	++	Op	+	+
6,6	—	(Op)	+	Op	—	—	—	—

F. F. aus W.

25 Jahre, starker Überbiß, lingual der unteren Schneidezähne, gelber, ziemlich harter Zahnstein.

Einwirkungszeit in Stunden:

	6	16	29	48	4	15	6	16
p_H = 5,5	++	++	++++	++++ ++++	++	++(+)	(+)	+++
5,8	+	+(+)	++	++++ ++	+	+(+)	Op	+
6,1	++	+	+++	++++ ++	+	Op	—	Op
6,4	(Op)	Op	+	+++ Op	+	+	—	+
6,6	(Op)	(+)	—	+ Op	—	—	—	—

W. J. aus W.

32 Jahre alt, Gebiß gut erhalten und gepflegt, zeigt beginnende Paradentose. Lingual starker Zahnsteinansatz an den unteren Frontzähnen von gelblichweißer Farbe.

Einwirkungszeit in Stunden:

	8	15	24	10	60	6	3	16
p_H = 5,5	++++	++	+++	+++	++++	+	Op	+++
5,8	++	++++	++++	+++	++	++	+	++(+)
6,1	+++	+(+)	+	++	++	(+)	Op	++
6,4	+++	+(+)	—	Op	+	(Op)	+	+
6,6	+	(+)	(Op)	Op	—	(Op)	—	Op

A. A. aus H.

23 Jahre, mittelharter, gelber Zahnstein, lingual und labial im Bereich der unteren Frontzähne.

Einwirkungszeit in Stunden:

	8	15	24	10	60	6	3	16
p_H = 5,5	++	+++	++++	++++	++++	+	+	++++
5,8	++	+++	++++	++++	++++	++	+	+(+)
6,1	++	+++	+++	+++	+(+)	Op	Op	++
6,4	Op	+	Op	Op	+	—	—	(+)
6,6	(Op)	++	Op	—	Op	—	—	—

G. F. aus W.

25 Jahre, Zahnstein lingual der unteren Frontzähne, gelb, mittelhart.

Einwirkungszeit in Stunden:

	8	15	24	10	60	6	15	16
p_H = 5,5	+++	++++	++++	+++	++++	+++	+++	+++
5,8	+++	+++	+	+(+)	++	+++	+++	+++
6,1	+++	+++	+(+)	+	++	++(+)	++	++(+)
6,4	++	+	+++	Op	Op	Op	+	+
6,6	—	++	+	+	Op	++(+)	+++	++

Dr. K. Sch. aus W.

31 Jahre, Paradentose an den unteren Schneidezähnen brauner Zahnstein von mittelharter Konsistenz, Raucherbelag.

Einwirkungszeit in Stunden:

	22	49	24	6	16	29	48	4
p_H = 5,5	+++++	++++	+++	+	+++	++++	++++	++
							+++	
5,8	++++	++++	++++	++	++	+++	+++	+
							++	
6,1	++	++	+	Op	+	+	++	+
							++	
6,4	+++	+++	Op	Op	Op	Op	+	—
							+	
6,6	Op	Op	Op	Op	—	(+)	++	—
							+	

Schw. I. aus W.

37 Jahre, starker, ziemlich harter, gelber Zahnstein, lingual und labial der unteren Frontzähne. Paradentose.

Einwirkungszeit in Stunden:

	22	49	24	6	16	29	48	4
p_H = 5,5	++++	++++	+++	+	+++	+++	++(+)	++
							+++	
5,8	+	+	Op	++	++	++	+++	+
							++	
6,1	++	++	++	Op	+	++	++	Op
							+++	
6,4	Op	+	Op	(Op)	+	+	+++	—
							+	
6,6	Op	Op	Op	—	Op	+	+	—
							Op	

M. D. aus K.

42 Jahre, fortgeschrittene Paradentose, sehr starker Zahnsteinbelag lingual und labial der unteren Frontzähne von bräunlichgelber Farbe. Konsistenz hart.

Einwirkungszeit in Stunden:

	22	49	24	6	16	29	48	4
p_H = 5,5	++	++++	+++	++(+)	+++	++(+)	++++ ++++	++
5,8	++	++	++	++	++	++	++++ +++	+
6,1	++++	+	++	++	+	+++	+++ ++	+
6,4	+	++	Op	Op	+(+)	Op	+ Op	Op
6,6	+	+	Op	Op	+(+)	Op	++ +	Op

M. A. aus W.

26 Jahre, lingual der unteren Frontzähne gelblicher Zahnstein, mittelhart, auch labial in geringerer Anlagerung.

Einwirkungszeit in Stunden:

	6	16	29	48	4	15	6	16
p_H = 5,5	++	++	++	+++ ++++	++	++	++	+++
5,8	+	+(+)	+	++(+)	++	+(+)	Op	++
6,1	+	+	+++	++	Op	+	+	+
6,4	—	Op	—	+	-	+(+)	-	—
6,6	Op	Op	+	Op	—	—	—	Op

S. H. aus St.

30 Jahre, labial und lingual starker, bräunlicher Zahnsteinansatz an den unteren Frontzähnen bis zu den Prämolaren reichend, hart, Paradentose.

Einwirkungszeit in Stunden:

		24	48	6	40	6	15	2
p_H =	5,5	++++ +++(+)	++++	++	++++	+++	Op	±
	5,8	++ ++	+++	++	++	+	++	+
	6,1	Op ++	++	Op	++	Op	+	+
	6,4	+++ +++	+	Op	++(+)	Op	Op	Op
	6,6	+ +	Op	—	++	—	Op	(Op)

W. E. aus T.

17 Jahre, lingual der unteren Frontzähne gelbweiße Zahnsteinablagerung. Zahnpflege gut.

Einwirkungszeit in Stunden:

		24	48	6	40	6	15	2
p_H =	5,5	++++ +++(+)	++++	++	++++	+++	Op	+
	5,8	++ ++	+++	++	++	+	++	+
	6,1	Op ++	++	Op	++	Op	+	+
	6,4	+++ +++	+	Op	++(+)	Op	Op	Op
	6,6	+ +	Op	—	++	—	Op	(Op)

B. M. aus W.

50 Jahre, besonders lingual stark verfärbte Raucherzähne. Zahnstein auch interdental, mittelhart, braungelb auch an den oberen Molaren, Paradentose.

Einwirkungszeit in Stunden:

	24	48	6	40	6	15	2
p_H = 5,5	++++ ++++	±++	++	++	±+++	+	Op
5,8	++ +++	++	+	++++	+	+++	Op
6,1	+++ ++	+++	(+)	++++	++	++	+
6,4	Op +	(+)	Op	++	Op	Op	Op
6,6	+ Op	Op	Op	(+)	Op	—	Op

L. Sch. aus V.

29 Jahre, beginnende Paradentose, Kopfbiß, starker Zahnsteinbelag, insbesondere an den oberen Molaren, Z. gelb, von mittelharter Konsistenz.

Einwirkungszeit in Stunden:

	24	48	6	40	15	2	6
p_H = 5,5	++++ ++++	++++	++	+	++	++	++
5,8	++ ++(+)	+(+)	(+)	++(+)	+	+	+
6,1	Op +	++	(+)	+++(+)	+	Op	Op
6,4	++ ++	+	Op	+++	Op	Op	Op
6,6	+ +	Op	Op	Op	(Op)	—	—

B. Versuchsergebnisse mit Phosphatpuffer:

E. Sch. aus B.

24 Jahre, lingual der unteren Frontzähne, gelblichweißer Zahnbelag, mittelhart.

Einwirkungszeit in Stunden:

		15	6	16	15	24	10	60	6	3	16
p_H =	6,47	Op	—	Op	—	—	—	—	—	—	Op
	6,65	+	(Op)	+	Op	Op	Op	Op	—	—	(+)
	6,75	++	(+)	Op	Op	—	(Op)	—	(Op)	(Op)	(Op)
	7,15	Op	—	—	—	+	—	—	—	Op	—

R. B. aus S.

30 Jahre, weißlichgelber Zahnstein an den Lingualflächen der unteren Frontzähne, hart. Paradentose.

Einwirkungszeit in Stunden:

		15	6	16	15	24	10	60	6	3	16
p_H =	6,47	+	(Op)	(Op)	(Op)	—	—	—	—	(Op)	(Op)
	6,65	+	—	+(+)	(Op)	Op	(Op)	—	—	(Op)	(Op)
	6,75	Op	Op	—	—	Op	(Op)	(Op)	—	—	Op
	7,15	—	(Op)	—	—	—	—	(Op)	(Op)	—	(+)

L. R. aus R.

52 Jahre. Paradentose. Starke Inkrustation mit braungelbem Zahnstein an den Lingualflächen der unteren Frontzähne, mittelharte Konsistenz.

Einwirkungszeit in Tagen:

		3	3	3
p_H =	6,47	++	++	—
	6,65	++	++	(+)
	6,75	+(+)	+	+
	7,15	Op	+++	+

C. Versuchsergebnisse mit pulverisiertem Zahnstein in Acetat = bezw. Phosphatpuffern.

Im letzten Teil meiner Untersuchungen entnahm ich Zahnstein von mehreren Patienten, reinigte und pulverisierte diesen. Gleiche Mengen dieses pulverisierten Zahnsteines wurden sodann in 13 Reagenzgläsern mit Acetatpuffern von pH-Werten 4,13—6,84 gebracht. Bei Phosphatpuffern verwandte ich 10 Reagenzgläser mit den pH-Werten von 6,35—8,1. Die Löslichkeit dieses Zahnsteinpulvers zeigen folgende Tabellen:

I. Acetatpuffereinwirkung:

Einwirkungszeit in Stunden:

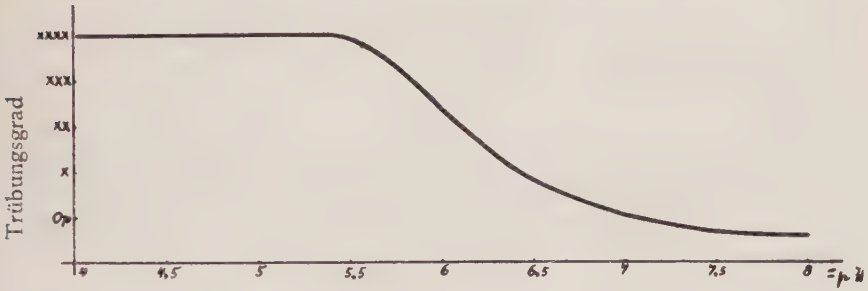
	48	48	48	90
pH = 4,13	++++	++++	++++	++++
4,37	++++	++++	++++	++++
4,51	++++	++++	++++	++++
4,70	++++	++++	++++	++++
5,00	++++	++++	++++	++++
5,31	+++(+)	+++	++(+)	+++(+)
5,47	+++	+++	++	+++
5,61	++	++(+)	++	+++
5,90	++(+)	++(+)	+(+)	+(+)
6,08	++	+(+)	++(+)	+
6,30	+(+)	+(+)	+	+
6,64	+	+(+)	+	+
6,84	+			

II. Phosphatpuffereinwirkungen:

Einwirkungszeit in Stunden:

	48	48	48	90
pH = 6,35	+++	(+)	Op	(+)
6,43	+++	+	++	+
6,61	+++	+(+)	+(+)	Op
6,70	++(+)		+(+)	Op
6,82	+	+(+)	+	Op
7,13	+++	+	(+)	Op
7,50	++(+)		(+)	(+)
7,6—7,8	+	Op	Op	Op
7,9—8,1	(+)	(Op)	(Op)	

Der besseren Übersicht wegen habe ich sämtliche Mittelwerte der einzelnen Versuche in folgender Kurve graphisch dargestellt.



Was nun meine Ergebnisse betrifft, so ist eine zeitweise auftretende große Schwankung im selben Puffer festzustellen, die ich darauf zurückführen möchte, daß sich die Einwirkung der Puffer in den verschiedenen Schichten des Zahnsteins ändert. Im mikroskopischen Bild finden sich auch Anzeichen einer unregelmäßigen Stromabildung und zwar in Querrichtung durch die Substanz des Zahnsteins, in dessen Maschen sich nach B u r c h a r d glänzende Partikelchen zeigen. Bei der ersten Behandlung des Zahnsteins mit dem Lösungsmittel war fast immer die stärkste Löslichkeit zu beobachten.

Ergebnis:

I. Die Löslichkeit des Zahnsteins hängt ab von der Dauer der Einwirkung der Pufferflüssigkeit.
II. Die größte Löslichkeit liegt bei Acetatpuffern im sauren Gebiet.
III. Bei Phosphatpuffern ist die Löslichkeit weit geringer als bei Acetatpuffern.
IV. Die Löslichkeit des Zahnsteins zeigt bei den einzelnen Patienten individuelle Unterschiede.
V. Im Alkalischen k e i n e Löslichkeit. Löslichkeitsoptimum pH = 5,5 oder noch saurer. Da saure Werte den Schmelz schädigen, dürfte praktisch nur 5,5 = pH in Frage kommen.

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich nicht versäumen, Herrn Professor Dr. Carl Häbler für die gütige Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung meinen besten Dank auszusprechen.

Literatur.

Burchard: Die Entstehung von Zahnsteinansatz. Corresp.-Bl. f. Z. 1896, S. 125.

Englert: H-Ionenkonzentration des menschlichen Speichels und dessen Veränderung durch Zahnpasten. Diss. Wbg. 1933.

Freemann: Entstehung von Zahnsteinansatz. Corresp.-Bl. f. Z. 1898, S. 119. Auszug aus einem Vortrag vor der Chicago-Dental-Society.

Heinemann: Angeborener Schneidezahn mit Zahnsteinbildung. Deutsche Monatsschrift f. Z. 1920, S. 285.

Herrenknecht: Mundhygiene f. d. Zhk. 1928/29/31.

Kantorowicz: Der Zahnstein. Klin. Zhk. 1924.

Kranz: Betrachtungen über den Zahnstein. D. M. f. Z. 18, S. 8. Klinische Zhk. und ihre Grenzgebiete. Lehmann-Verlag 1924. München.

— Zur Pathogenese, Pathologie und Therapie der Alveolarpyorrhoe. D. M. f. Z. 1919, S. 137, H. 5.

Kolthoff: Der Gebrauch von Farbenindikatoren.

— Die Zuverlässigkeit der Chinhydronelektrode für die Messungen der H-Ionkonzentrationen in verschiedenen Lösungen. Hoppe-Seyler's Zeitschrift für Physiol. Chemie 1925. Bd. 144, H. 3/6, S. 259—327.

Liekfield: Die H-Ionenkonzentrationen des menschlichen Speichels und die Möglichkeit der Veränderung durch alkalische oder saure Kost. Diss. Wbg. 1934.

Michaelis: Die H-Ionenkonzentrationen.

Miller: Untersuchungen über die Zahnbeläge mit besonderer Berücksichtigung des grünen und der metallischen Beläge. D. M. f. Z. 1895, S. 41.

Mislowitzer: Die Bestimmung der H-Ionenkonzentration von Flüssigkeiten.

Münch: Lehrbuch der konserv. Zahnheilkunde.

Naeslund: Experimentelle Versuche über den Einfluß des Zähneputzens auf den Zahnschmelz. Z. Rdsch. 33, S. 39.

Preiswerk: Lehrbuch der Zahn-Heilkunde 1903.

Prinz: Entstehung des Zahnsteins. Z. R. 1921, Nr. 31, 41, 45, 50, S. 498, 659, 728, 807.

Rosenthal: Genese des Zahnsteins. Z. R. 1921, S. 649.

Sachs: Beiträge zur Kenntnis der Bildung des Zahnsteins und ihre Verhütung. D. Z. W. 1914, Nr. 2.

— Zahnstein, Organismus, Alveolarpyorrhoe. D. Z. W. 1925, Nr. 1.

Schmelzer: Von welchem Lebensalter ab läßt sich bei den Schulkindern Würzburgs Zahnstein feststellen. Diss. Wbg. 1933.

Stursberg: Der heutige Stand der Lehre von der Zahnsteinbildung. Wbg. Diss. 1931.

Uffelmann: Der Zahnstein und seine Bekämpfung mit Untersuchungen über die Wirkung des Sulforizin-Oleates als zahnsteinlösendes Mittel.

Urbantchitsch: Die Bekämpfung des Zahnsteins durch Sulforizin-Oleat. Wiener med. Wochenschrift 1932.

Walkhoff: Lehrbuch der kons. Zahnheilkunde.

Witkop: Über Zahnsteinbildung. Z. R. 1923, S. 447, 464, 482.

Lebenslauf.

Als Sohn des Gärtnereibesitzers Joseph Schindler und seiner Ehefrau Josefine, geb. Wohlmuth, wurde ich am 29. August 1908 in Landsberg (Lech) geboren. Nach Besuch der dortigen Volksschule und Realschule kam ich an die Oberrealschule in Amberg, wo ich Ostern 1930 das Reifezeugnis erhielt. Sodann begann ich in Würzburg mein zahnärztliches Studium, das ich nach Unterbrechungen im November 1937 mit der Approbation als Zahnarzt beendete. Seit dieser Zeit bin ich bis heute ohne Unterbrechung als Assistent tätig.

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, daß ich vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt, auch keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die darin angeführten benutzt habe.

Tertullian Schindler.